

最近のプレキャストブロック工法の 設計・施工について (その2) 施工編

吉 倉 佳 洋*



4

施工について

4.1 施工概要

プレキャストブロック桁を用いたキャンチレバー工法は、1950年にフランスで開発された工法であり、連続桁橋・連続ラーメン橋・斜張橋等に多く採用されている。

この工法の特徴は、上記各構造形式別の橋体を橋軸直角方向に運搬架設できる大きさに分割したブロック桁をブロック桁製作ヤード等であらかじめ製作しておき、架設する橋梁の橋脚が完成したのち、製作されたブロック桁を運搬して張出し架設するものである。

プレキャストブロックキャンチレバー架設工法は、フランスで開発されたのち、ヨーロッパ、アメリカにおいて広く普及し、その代表的なものとして、1966年に完成したフランスの Oleron 高架橋（橋長 2862 m, 最大径間長 79 m）、1967年に完成したオランダの Oostershield 橋（橋長 5.022 m, 最大径間長 95 m）等がある。

我が国においては、1966年に首都高速道路の目黒高架橋（橋長 175 m, 最大径間長 35.5 m）が初めてこの架設工法によって架設された。その後、道路橋としては1970年に神島大橋（橋長 168 m, 最大径間長 86 m）等が架設されており、最近では池間大橋（橋長 1425 m, 最大径間長 60 m）のような長大橋も施工される時代になってきている。

現在、我が国ではこの種の技術利用範囲は狭く、あまり発展しているとはいえない。これは主として設計に当たって適用される各種基準、あるいは特別な規制等によるものと思われる。今後、将来予想される労務者不足等の労働力対策の一環として、作業の機械化、消力化への移行と、これによる工期短縮の可能などの総合的見地か

* Yoshihiro YOSHIKURA: ピー・エス・コンクリート(株)

ら見れば、結果的に経済的な架設工法であると考えられ、今後、ますますプレキャストブロックキャンチレバー工法が多用される時代となってゆくであろう。

次に、ブロック桁を製作・架設するに当たっては、その構造形式・断面形状・製作方法・製作場所・運搬経路・桁下空間・運搬方法・最大スパン・架設形式・架設工法等種々要素が関連しているの、プレキャストブロックキャンチレバー工法を採用する場合は、上記各項目ごとに慎重に検討する必要がある。関連関係を図-1に示す。

4.2 プレキャストブロック桁の製作

ブロック桁は、すべて機械化されたブロック製作ヤードで製作される。ブロック桁の接合に際し、コンクリート目地により接合する方法で施工される場合には、構造物の精度はブロック桁の架設精度に影響され、ブロック桁の製作誤差にほとんど影響されない。しかし現在主流となってきている接着剤によって接合する場合は、互いのブロック桁断面を接着剤の薄い層を介して密着させるため、ブロック桁製作の精度が施工精度に大きく影響を与える。このため、接着剤によって接合されるブロック桁の製作に当たっては、既設ブロック桁の接合面を型枠がわりとしたマッチキャスト方式としている。マッチキャスト方式とは、新設ブロック桁のコンクリート打設時に、その前に製作されたブロック桁の端面を新しくコンクリート打設するブロック桁に対する型枠がわりとするもので、新旧ブロック桁の接合面は完全に密接することが可能なコンクリート打設方法である。

またブロック桁製作方法は、ロングライン方式とショートライン方式の2種類に区分される。

ロングライン方式とは、ブロック桁製作ヤードが十分確保できる場合に採用する方式で、中央径間長 $\times 1/2 +$ 側径間長分のブロック桁製作台を設置して、外型枠・内型枠は1ブロックごとに転用する方式である。ショート

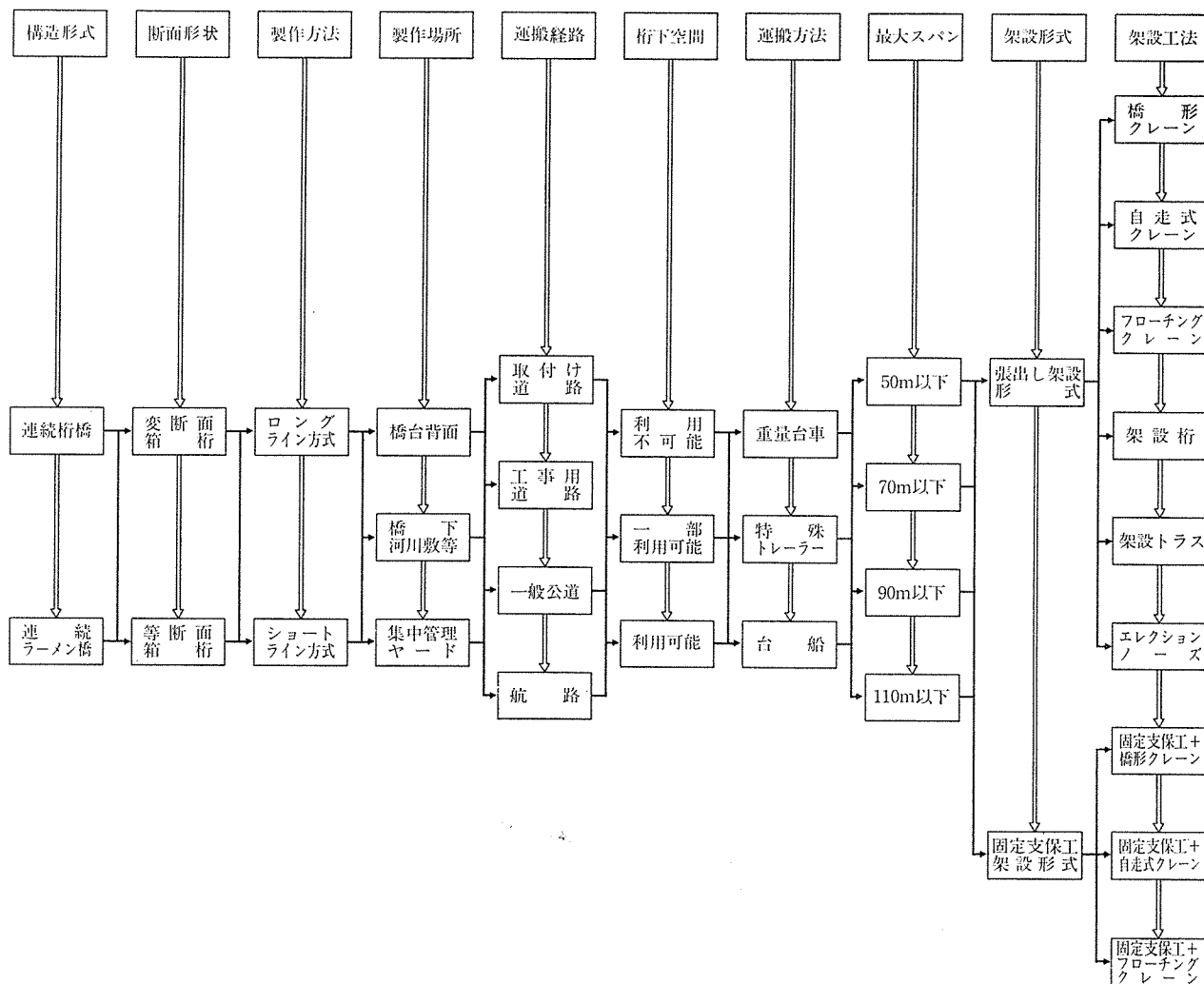


図-1 プレキャストブロックキャンテレーバ工法各要素の相関関係

ライン方式とは、ブロック桁製作ヤードがロングライン方式のように十分確保できない場合に採用する方式で、最小限度1ブロック分の長さの製作台を設置して、隣接して同程度の長さを有する三次元的に移動可能なブロック桁仮置き架台を設置する。製作された既設ブロック桁は、吊り上げブロック桁仮置き架台の所定の位置に設置し、既設桁の接合面を型枠がわりとして、移設され空になったブロック桁製作台上で新設ブロック桁の製作を行う。この作業の繰返しで順次ブロック桁を製作する方法である。このショートライン方式では型枠が固定されており、その開閉作業も機械化されているので、今後省力化を目指す工法として注目されている。このブロック桁製作方法の選定に当たっては、橋梁の規模、現場条件等を考慮した経済比較をすることが重要な要素となる。

一方、製作されるブロック桁の重量は、運搬架設を考慮して1ブロック当り 60 tf~80 tf 程度とする。このため、ブロック桁製作ヤードには、製作されたブロック桁の引離し、吊上げ、小運搬、仮置き、積み込み等の作業のための大型の自走式橋形クレーンが必要となる。鉄筋・

型枠・コンクリート等の作業には 5 tf 程度の自走式簡易橋形クレーンも必要である (図-2 参照)。

製作されたブロック桁を、ブロック桁製作台より分離するときには発生する抵抗力としては、下記の事項に示すものが考えられる。

- ① ブロック桁下面とブロック桁製作台に設置された底型枠との付着抵抗。
- ② マッチキャストされたブロック桁接合面の付着抵抗。
- ③ ブロック桁接合面に配置されるジョイントシースの切離し抵抗。

上記のような各種抵抗力を軽減すべく、ブロック桁製作時には以下の処置を実施する必要がある。

- ・①に対しては型枠面に剝離剤に塗布しておく。
- ・②に対してはブロック接合面に石鹼+ケイ酸ソーダ+水を 2:1:6 の割合で混合した溶液を塗布する。とくに②に対しては、この処置のほかにブロック桁切離し用治具を考慮する必要がある。
- ・③に対してはジョイントシースに高速カッターで切

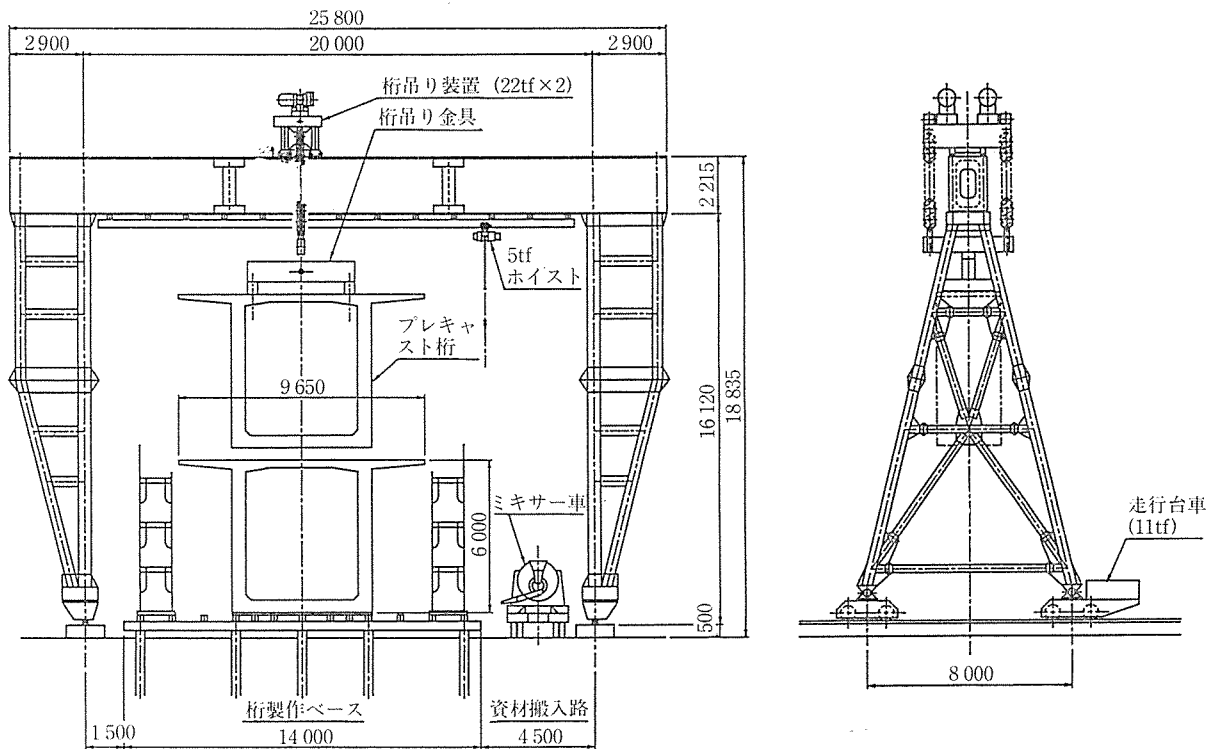


図-2 自走式橋形クレーン

側面図

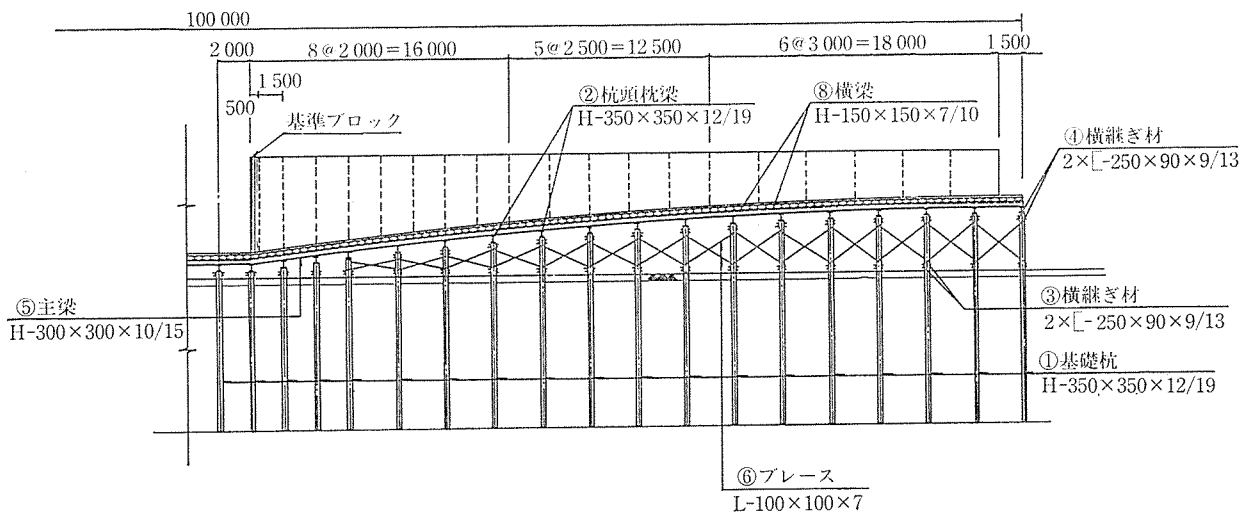


図-3 ブロック桁製作台

れ目を入れておく。

次に、我が国でのブロック桁製作方法として数多く採用されているロングライン方式によるブロック桁製作についての概要を記す。

4.2.1 ブロック桁製作台

ブロック桁製作台は、架設時に生じるたわみやクリープによる変形量をあらかじめ設定したうえでブロック桁を製作するために、非常に高い精度が求められる。このため、H鋼等を使用した基礎杭の上に、下床版変化曲線に合わせてH鋼を配置し、その上に横梁と下床版型枠を組み立てる構造としている（図-3 参照）。

4.2.2 ブロック桁側型枠

ブロック桁上縁張出し床版下の縦梁上を走行する台車の上に張出し床版型枠支持架台を組み立て、その上に張出し床版型枠を設置する。側型枠は張出し床版型枠とピン構造で連結されており、移動時にはピン構造部を起点として外側に用いた状態で移動する（図-4、図-5 参照）。

4.2.3 ブロック桁内型枠

腹部型枠は通常の箱桁腹部型枠と同様な構造であるが、上床版型枠は既設ブロック桁に固定されたH鋼より吊り下げられた構造となっている（図-4、図-6 参照）。

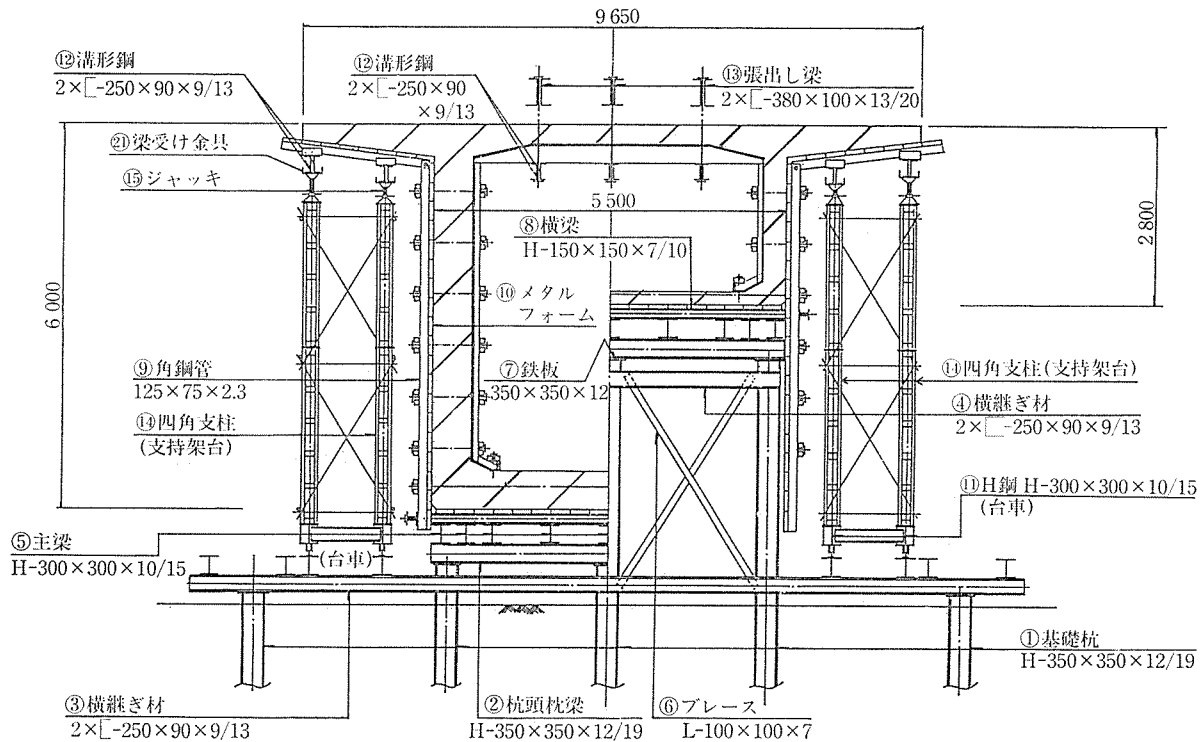


図-4 ブロック製作台および型枠断面図

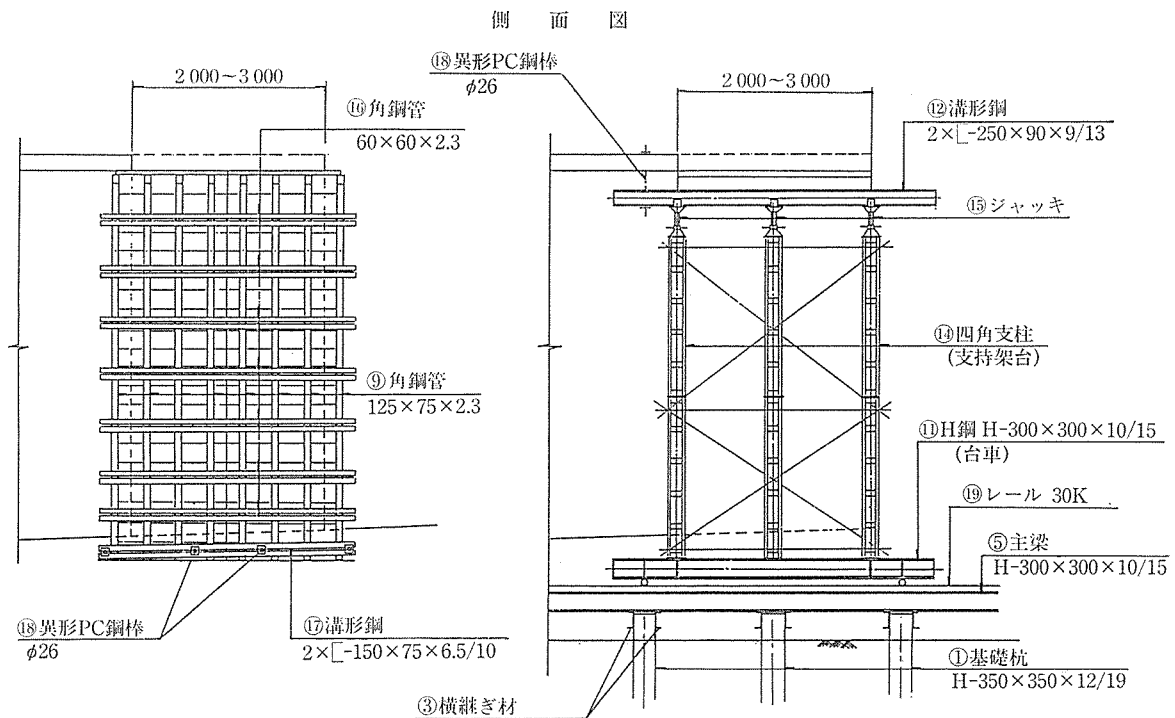


図-5 ブロック桁側型枠

4.3 プレキャストブロック桁の小運搬・仮置き

製作されたブロック桁の小運搬は、大型の自走式橋形クレーンによって仮置き場まで小運搬される（図-2 参照）。

仮置きについては、等断面箱桁の場合は地盤補強程度の設備を配置することで何ら問題は無いが、製作され

るブロック桁が変断面箱桁の場合は次のような点に留意する必要がある。つまり、側面方向の左右の桁高が異なるため、仮置きにあたっては製作される各ブロックごとに下床版の変化曲線に応じた仮置き台を設置し、ブロック桁の上床版を水平、腹部を垂直になるように仮置きする。

側 面 図

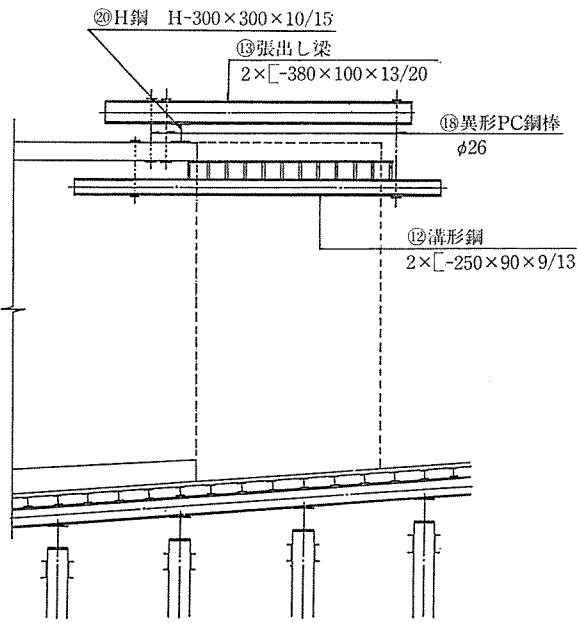


図-6 ブロック桁内型枠

次に、仮置きされたブロック桁が仮置き台より移動しないように PC 鋼棒等で仮置き台と一時的に緊結しておくとともに、仮置き台に H 鋼ストッパーを設置しておく必要がある (図-7 参照)。

4.4 プレキャストブロック桁の製作工程

1 ブロック当りのサイクル工程を 図-8 に示す。

4.5 プレキャストブロック桁の積み込み・運搬

工 種	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
脱 枠・端 末 処 理	■		■		■		■		■		■	
下床版・腹部鉄筋 シース組立	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
外 型 枠 組 立			■		■		■		■		■	
内 型 枠 組 立			■		■		■		■		■	
上 床 版 鉄 筋 シース組立			■		■		■		■		■	
コンクリート打設				■			■			■		■

4.5日サイクル
 奇数ブロック
 偶数ブロック

図-8 1 ブロック当りサイクル工程

製作されたブロック桁は、一時的に仮置き場に保管されている。架設時には、その場所より大型の自走式橋形クレーンを使用して重量台車・特殊トレーラー等に積み込み運搬される。運搬経路が取付け道路・工所用道路等であれば何ら問題ないが、公道を運搬経路とする場合には保安基準・道交法施行令・車輛制限令等の法令・規制等があるので、運搬経路の選定については事前に詳細な検討を行うことは言うまでもない。

4.6 プレキャストブロック桁の架設

ブロック桁の架設形式は、片持ち架設形式と固定支保工架設形式に大別できる。ここでは我が国でのブロック桁架設形式として数多く採用されている片持ち架設形式についての概要を記す。

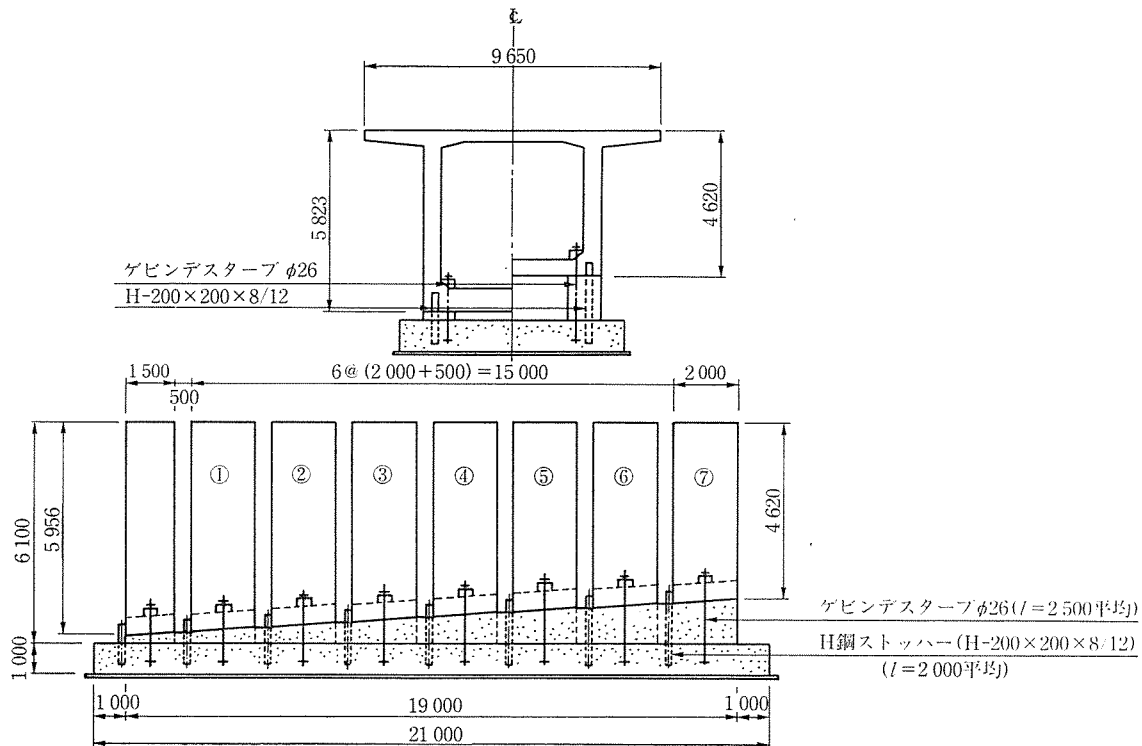


図-7 ブロック桁仮置き台

片持ち架設形式には、

- ① 橋形クレーン架設工法
- ② 自走式クレーン架設工法
- ③ フローチングクレーン架設工法
- ④ 架設桁架設工法
- ⑤ 架設トラス架設工法
- ⑥ エレクションノーズ架設工法

等の6方法が考えられるが、製作されるブロック桁の運搬経路、最大スパン、桁下空間、ブロック桁重量等の各種条件で、④⑤⑥の架設工法に集約される。現在までに我が国で実施されてきた架設工法は架設桁架設工法が圧倒的であり、各種文献等ですでに数多く報告されているのでここでは省略して、本講座では、⑤架設トラス架設工法、⑥エレクションノーズ架設工法について概要を記す。

架設工法のいかんを問わず、プレキャストキャンチレバー工法を採用した場合の最大のポイントは、橋脚柱頭部の施工である。当該工法の先進国であるヨーロッパ、アメリカでは、この橋脚柱頭部そのものをブロック化して急速施工を行っているが、まだ我が国においては技術的に習練化されていないのが現状であり、一般には次のような方法で対処している。

連続桁橋および連続ラーメン橋では、橋脚幅に相当する上部工の橋脚柱頭部分をあらかじめブラケット支保工等で先行施工しておき、次に架設機械を橋脚柱頭部に設置して基準ブロックを吊り上げ架設して所定の位置へセットする。このとき基準ブロックと先行施工された橋脚柱頭部間に50cm程度の目地を設けておき、基準ブロックの橋軸方向、左右方向、上下方向等の方向調整終了後に目地コンクリートを打設して一体化する。なお、方

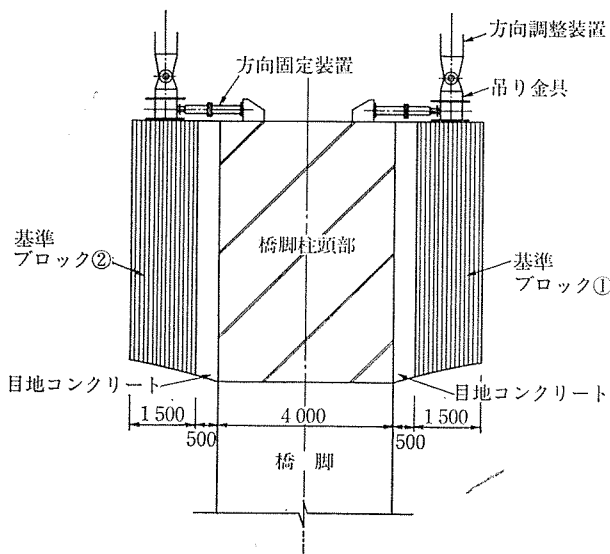


図-9 橋脚柱頭の施工

向調整は架設機械に組み込まれている調整装置によって三次元的に行われる(図-9参照)。

基準ブロックと一体化された橋脚柱頭部の施工完了後、製作されたブロック桁を順次張出し架設する。

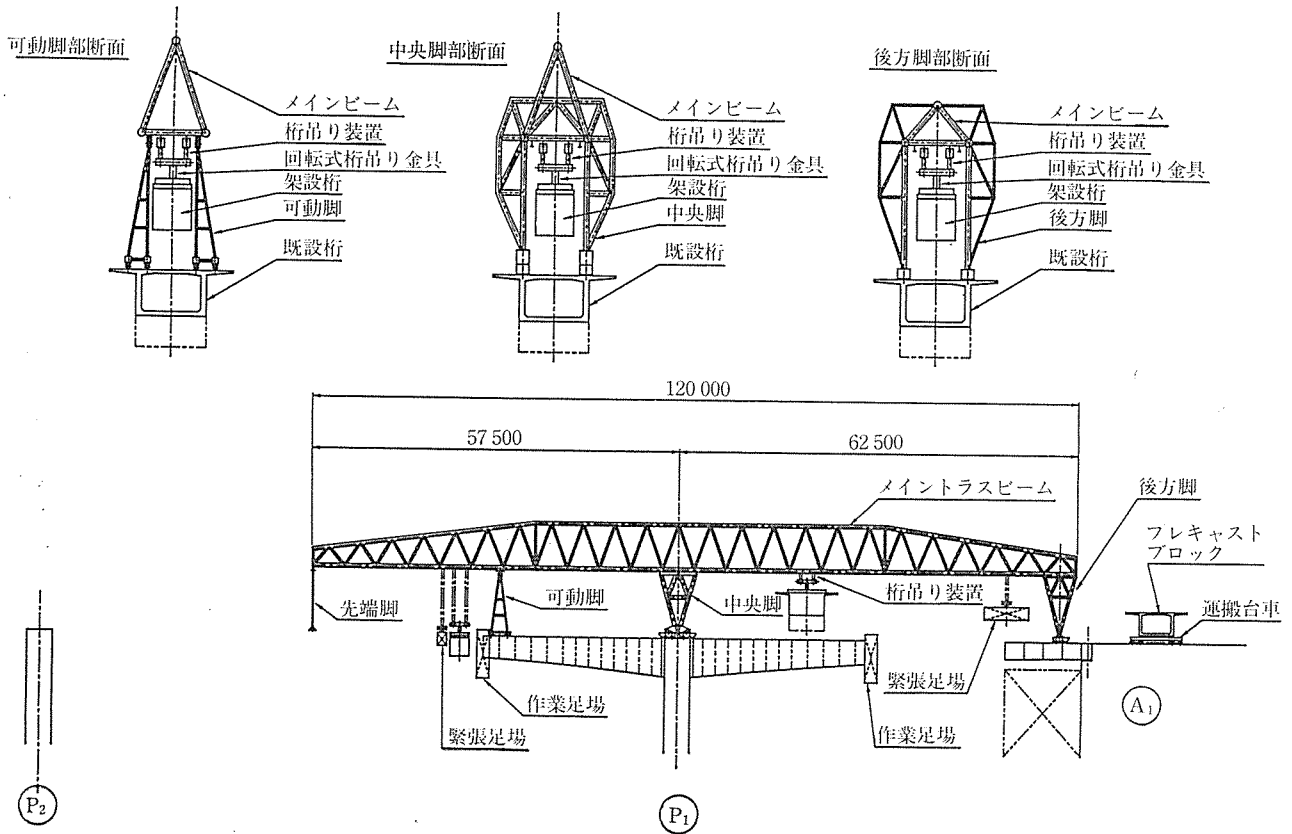
個々のブロック桁の架設は、架設機械に組み込まれている桁吊り装置(巻上げ機を組み込んだ縦方向移動装置)によって所定の位置に移動し架設・接合される。架設・接合作業に必要な接合用足場と緊張用足場は、架設機械の付属設備として組み込まれている。架設・接合に当たっては、接合されるブロック桁の両面にエポキシ樹脂を塗布した後に、ブロック桁にセットされた引寄せ金具を使用して引き寄せ、所定の位置にセットする。また部材の接合性を向上するためにガイドキー・せん断キー等のガイド部材が設けられている。この後、必要数のPC鋼材を挿入・緊張して剛結一体化する。この作業の繰返しによって片持ち架設作業を行う。一橋脚の片持ち架設作業終了後の中央閉合部の施工は、場所打ち片持ち架設工法と同様である。また、側径間のバランス範囲外の橋台側径間の施工については、現場条件によって、固定支保上による場所打ち施工や、同じく固定支保工を使用したスパン-バイ-スパン工法でブロック桁を架設することもできる。

4.6.1 架設トラス架設工法

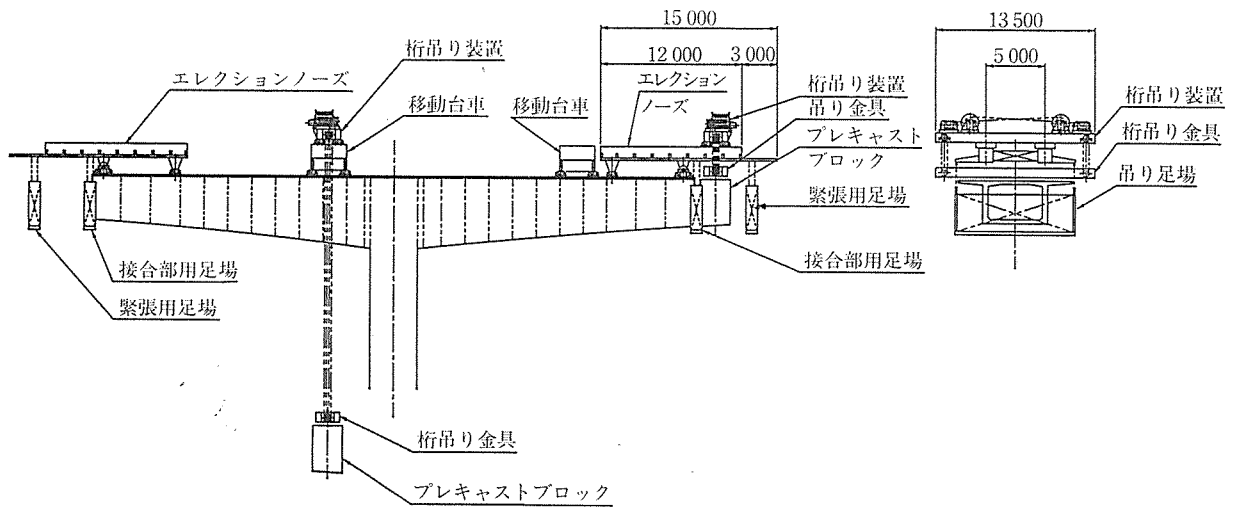
架設トラス架設工法は、最大スパン×1.2の長さをもつ三角トラスを架設径間に設置して、中央脚・後方脚を支点とした構造をもち、一部可動脚を移動しながらブロック桁を架設する。架設トラスは橋台の背面取付け道路上でを行い、架設径間への引出しはトラス先端ノーズを利用して可動脚・中央脚を交互に移設しながら所定の位置へ設置する。次に前方の架設径間への移動も同様な手順で行う。この架設トラス架設工法は、橋台背面が有効に利用できる場合には最適な架設工法となる。つまり、ブロック桁製作場所を橋台背面に設置し、重量台車等を使用することにより短距離の運搬で架設できることや、一度組み立てた架設トラスの本体機械を利用して前方径間へ次々と移動できる構造とすることにより、架設径間ごとの組立・解体作業が不要となるからである(図-10参照)。

4.6.2 エレクションノーズ架設工法

エレクションノーズ架設工法は、すでに架設された片持ち張出し状態の橋梁本体の先端にエレクションノーズを設置して、橋体上を走行する桁吊り装置によってブロック桁を架設する。エレクションノーズの組立は、基準ブロックと一体化された橋脚柱頭部の施工完了後に、その橋面を利用して自走式クレーン車等で組み立てる。またエレクションノーズ架設工法では、各ブロック桁の架



図—10 プレキャストブロックの架設



図—11 エレクションノーズによる架設

設ごとに前方へ移動させる必要があるため、架設径間のブロック桁架設終了後は、張出し先端より橋脚付近まで架設機械を後退させて解体撤去する必要があるほか、架設径間ごとの繰返し作業で片持ち架設作業を行うこととなる。このエレクションノーズ架設工法は、桁下空間を利用してブロック桁を架設する工法であり、製作されたブロック桁を特殊トレーラー、または重量台車によって架設径間の所定の吊上げ位置まで地上運搬して、桁吊り装置によって吊り上げる。この桁吊り装置は既設橋面

上を移動する自走式移動台車上に固定されており、吊り上げたブロックを片持ち梁先端に設置されたエレクションノーズまで移動し、先端ノーズで架設を行う。この架設工法は航路を台船で運搬されたブロック桁を架設するにも有効な工法である(図—11 参照)。

5

プレキャストブロックキャンチレバー工法国内実績

プレキャストブロックキャンチレバー工法による国内

表—1 施 工 実 績

施工年度	橋 名	種 類	施 主	橋 長	径 間 構 成
1966	目黒高架橋*	道路橋	首都高速道路公団	174.85 m	26.45×31.00×26.45+26.45×35.5×29.0
1967	多摩橋	道路橋	東京都	252.00 m	50.0×50.0×50.3×50.3×50.0
1970	神島大橋	道路橋	岡山県	170.00 m	41.95×86.0×41.90
1970	加古川橋梁	鉄道橋	日本国有鉄道	496.50 m	3(54.95×55.60×54.95)
1971	越田橋	道路橋	建設省	150.00 m	39.50×70.0×39.50
1971	首都高速381工区	道路橋	首都高速道路公団	92.00 m	23.00×46.0×23.00
1971	首都高速383工区	道路橋	首都高速道路公団	140.00 m	39.40×68.0×39.40
1971	大内野橋	道路橋	茨城県	160.00 m	49.00×60.0×49.00
1971	西金大橋	道路橋	茨城県	154.00 m	48.00×58.0×48.00
1972	妙高大橋	道路橋	建設省	300.00 m	65.00×85.00×85.00×65.00
1973	中央橋	道路橋	北上市	381.70 m	7×54.50
1974	国見橋	道路橋	北上市	537.00 m	9×59.52
1974	川端橋	道路橋	栃木県	459.75 m	3(50.40×51.05×50.40)
1974	沼館橋	道路橋	秋田県	451.60 m	6×49.95
1977	横浜市道高速1号線	道路橋	首都高速道路公団	239.00 m	54.00×53.20+40.80×50.00×40.00
1978	新山下橋	道路橋	首都高速道路公団	183.90 m	63.70×76.4×42.40
1978	烏川橋	鉄道橋	日本鉄道建設公団	420.00 m	5×42.00+5×42.00
1979	十三湖大橋	道路橋	青森県	231.00 m	48.00×69.1×48.00
1979	下山田橋	鉄道橋	日本鉄道建設公団	119.70 m	29.35×59.7×29.35
1982	江原大橋	道路橋	岩手県	586.20 m	64.80+7×65.00+64.80
1985	瀬底大橋	道路橋	沖縄県	578.40 m	3×40.00+3×54.30+3×54.30+3×40.00
1985	太田橋	道路橋	岩手県	357.00 m	3×59.50+3×59.50
1985	犀川歩道橋	歩道橋	石川県	108.50 m	30.50×40.0×36.80
1990	池間大橋	道路橋	沖縄県	1245.00 m	4×50.0+2(4×60.0)+5×60.0+4×50.0
1990	東名尾橋橋東工事	道路橋	日本道路公団	413.65 m	71.3×100.0×100.0×88.0×54.35 (1橋脚張出し 100.0m PB 施工)

* 目黒高架橋は中央径間のみブロック施工

の施工実績を 表—1 に示す。

6

将来の展望と問題点

プレキャストブロック桁は、

- ① 下部工の施工中にあらかじめ製作して保管しておくので、製作工程と架設工程を独立して設定でき、現場工事の工期も大幅に短縮できる。
- ② またブロック桁の製作工場、および集中管理できるブロック製作ヤードでの繰返し作業であり、品質の安定した構造物を製作できる。
- ③ 機械化施工を行うことにより合理化・省力化が可能である。
- ④ 仮置き場でブロック桁を一定の期間保管することにより架設後の乾燥収縮・クリープによる変形を少なくする。

などの利点がある。

しかし、プレキャストブロックキャンチレバー工法では、ブロック桁間の目地部の鉄筋が連続していないので、コンクリートの引張応力度の制限が場所打ち工法と比較して厳しいため、プレストレスを大きくする必要が

あることや、製作および架設機械が大型化し、大規模な橋梁で大量にブロックを製作しないと経済効果が上がらないことがいえる。

今後、将来予想される労働力不足に対する対策の一環として、作業の機械化、省力化へと移行しようとしている現在、プレキャストブロック工法の採用が工期の短縮や総合的な見地からの経済性を求めた架設工法といえるのではないだろうか。

参 考 文 献

- 1) 道路橋示方書・同解説, 日本道路協会
- 2) 道路橋設計便覧, 日本道路協会
- 3) 道路橋施工便覧, 日本道路協会
- 4) PC 橋架設工法総覧, 技報堂出版
- 5) PC 橋のキャンチレバー架設工法, 鹿島出版
- 6) レオンハルトのコンクリート講座 ⑤プレストレストコンクリート, 鹿島出版
- 7) PC 道路橋計画マニュアル, プレストレストコンクリート建設業協会
- 8) 最近の PC の動向について プレキャストブロック工法・最近の動向について, プレストレストコンクリート技術協会
- 9) プレストレストコンクリート技術資料 PC 単純 T 形桁のブロック工法について, プレストレストコンクリート建設業協会